

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-112672

(43)Date of publication of application : 28.04.1998

(51)Int.Cl.

H04B 1/707

(21)Application number : 08-283320

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB
INC

(22)Date of filing : 05.10.1996

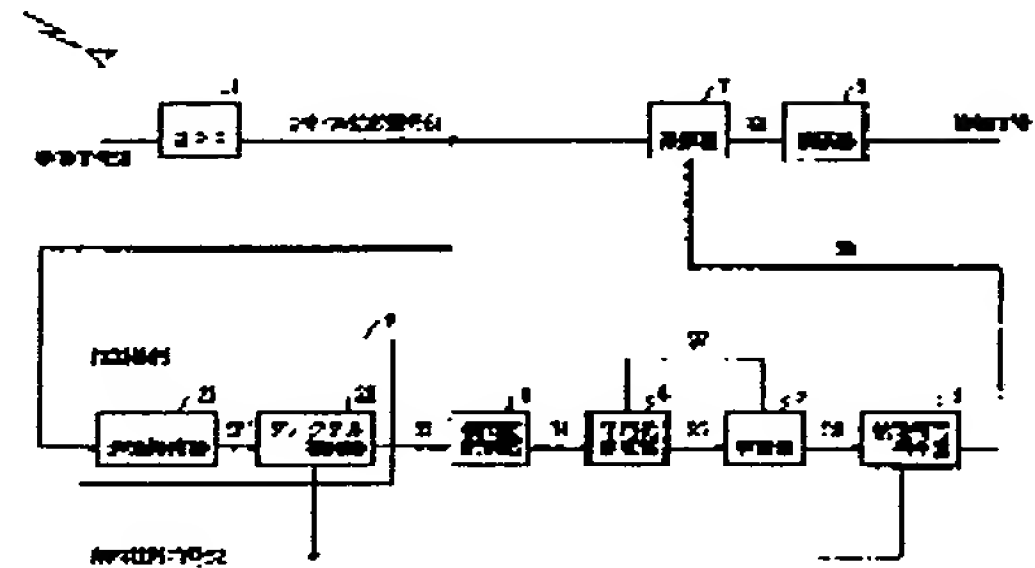
(72)Inventor : YAMADA NAOYUKI
SHIBATA TSUGUYUKI
ENDO CHISATO
MIYASHITA MASANORI

(54) RECEIVER FOR SPREAD SPECTRUM COMMUNICATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce a required time till synchronization acquisition by conducting synchronization acquisition and synchronization tracing based on a peak of a correlation characteristic after a spread code included in a reception signal and a reference spread code are averaged.

SOLUTION: A reference spread code S8 is multiplied with a spread spectrum signal S1 obtained from a reception signal S0 at a multiplier 7 and a modulation signal S9 obtained thereby is demodulated by a demodulator 8. A timewise mean correlation value is stored in a memory of an averaging arithmetic section 4, the mean correlation value is sequentially given to a discrimination section 5 to detect a synchronization peak and to conduct the synchronization acquisition and synchronization tracing. The discrimination section 5 conducts delay to compensate a require time till the end of synchronization peak retrieval and gives a synchronization timing pulse S6 to a spread code generating circuit 6, in which production of a reference spread code is started. Furthermore, when a synchronization peak is retrieved, the discrimination section 5 stops averaging arithmetic operation to the arithmetic section 4 to reset the stored content of the storage section 3 and the arithmetic section 4.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-112672

(43)公開日 平成10年(1998)4月28日

(51)IntCl.⁹
H 0 4 B 1/707

識別記号

F I
H 0 4 J 13/00

D

審査請求 未請求 請求項の数1 F D (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平8-283320

(22)出願日 平成8年(1996)10月5日

(71)出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1

(72)発明者 山田 直之

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 柴田 伝幸

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(74)代理人 弁理士 丸山 明夫

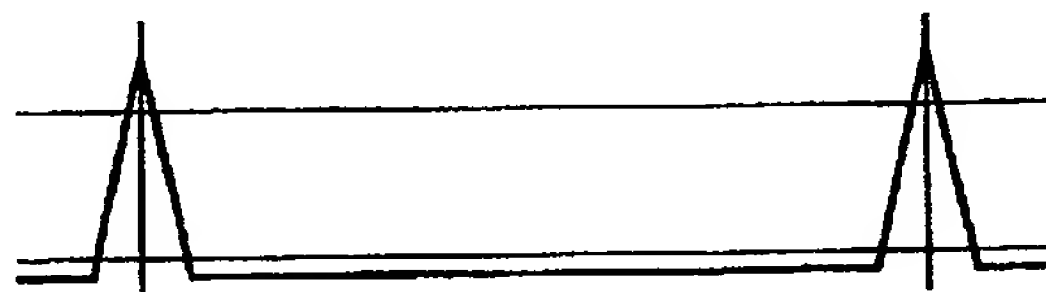
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 スペクトラム拡散通信用受信機

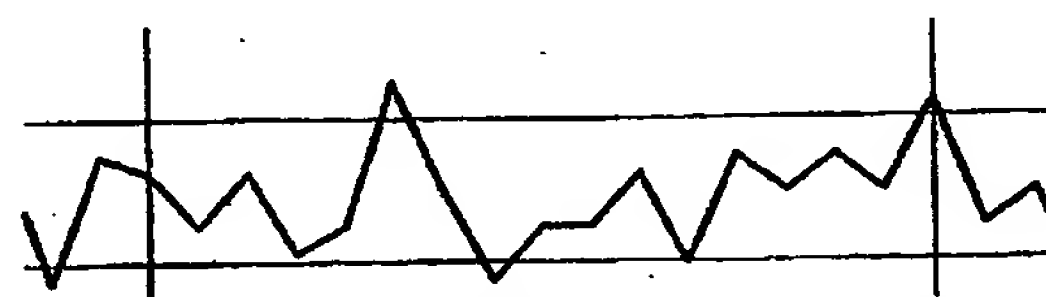
(57)【要約】

【課題】 雑音や干渉に起因して相関値特性に現れる疑似ピークを低減することで正確な同期ピークを求める。
且つ、同期捕捉までの所要時間を短縮する。

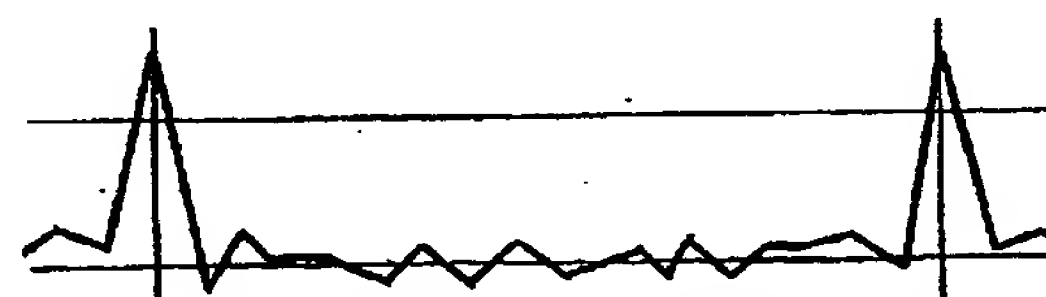
【解決手段】 再現拡散符号と参照拡散符号との対応関係を1チップずつシフトさせて相関値を演算することで相関値特性を求める相関器部2と、相関値特性の周期内の各時刻位置毎に相関値とその過去値との平均値を各々演算することで相関値特性を平均化する平均化演算部4と、平均化した相関値特性を用いてピーク間距離が相関値特性の周期と合致する同期ピークを探索し、該同期ピークに基づいて参照拡散符号を逆拡散の信号源として供し、且つ、平均化演算部4の演算を止める判断部5と、を有するスペクトラム拡散通信用受信機。



a) 理想的な状態での拡散符号の相関値



b) 雑音や干渉の影響を受けた場合の拡散符号の相関値



c) 平均化演算を行った後の拡散符号の相関値

【特許請求の範囲】

【請求項1】 直接拡散方式によりスペクトラム拡散されたスペクトラム拡散信号を復調するスペクトラム拡散通信用受信機に於いて、

前記スペクトラム拡散信号に含まれる拡散符号と予め記憶している参照拡散符号との対応関係を1チップずつシフトさせた各場合に於ける両拡散符号の相関値を各々演算することにより、両拡散符号の周期と同じ周期を有する相関値特性を求める演算手段と、

前記相関値特性の周期内の各時刻位置毎に相関値とその過去値との平均値を各々演算して、該演算結果で前記相関値特性の対応する相関値を各々更新することにより、前記相関値特性を平均化する平均化手段と、

前記相関値特性に現れる各ピーク間の時間距離を前記相関値特性の周期と比較して、両者が合致する同期ピークを探索する探索手段と、

前記同期ピークが探索されると、該同期ピークに基づいて前記スペクトラム拡散信号に同期させた前記参照拡散符号を逆拡散の信号源として供し、且つ、前記平均化手段の機能を止める制御手段と、

を有するスペクトラム拡散通信用受信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、直接拡散方式でスペクトラム拡散(DS/SS: Direct Sequence/Spread Spectrum)された信号を逆拡散して、元の信号に復調するスペクトラム拡散通信用受信機に関する。特に、同期捕捉と同期追跡、ダイバーシティ受信方式、移動体受信方式に関する。

【0002】

【従来の技術】特開平8-97748号公報には、スペクトラム拡散信号(受信信号)から再現した再現拡散符号と、予め記憶している参照拡散符号との対応関係を、1チップずつシフトさせて両拡散符号の相関値を各々演算し、該相関値群中のピークを求めて同期ピークとして採用し、該同期ピークに基づくタイミングで前記参照拡散符号を前記スペクトラム拡散信号に乗算して逆拡散することにより同期捕捉を行うスペクトラム拡散通信用受信機が開示されている。

【0003】特開平6-177805号公報には、複数の受信系統で受信したスペクトラム拡散信号から受信状況の良好な信号を選択して復調するダイバーシティ受信機であって、逆拡散前の信号電力レベルと逆拡散後の信号電力レベルに応じて受信系統を切り換える受信機が開示されている。この切換方式は、雑音レベルのみ増加した場合には逆拡散前の信号電力レベルは増加し逆拡散後の信号電力レベルは増加しないという事実と、所望の信号レベルのみ増加した場合には逆拡散前後の信号電力レベルが共に増加するという事実に基づくものである。

【0004】また、複数の受信系統で受信したスペクト

ラム拡散信号から受信状況の良好な信号を選択して復調するダイバーシティ受信機であって、受信信号の強度ではなく、相関値群中のピークが最大となる受信系統を選択するダイバーシティ受信機は公知である。このことは、例えば、前記特開平6-177805号公報に公知技術として記載されている。

【0005】各々異なる複数の拡散符号を用いて直接拡散方式でスペクトラム拡散された複数のスペクトラム拡散信号を受信して復調する移動体方式のスペクトラム拡散通信用受信機であって、受信信号の強度ではなく、相関値群中のピークが最大となるスペクトラム拡散信号の送信局のセル内に自己の現在位置が在ると判断する移動体方式のスペクトラム拡散通信用受信機は公知である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】スペクトラム拡散通信用受信機にて受信されるスペクトラム拡散信号は、雑音や他局の干渉等による誤りを含む。前記特開平8-97748号公報に記載の技術のように、受信信号に含まれる拡散符号と参照拡散符号の相関値を演算してその中のピークを求めて同期捕捉を行う方式では、上記誤りの程度が大きくなった場合、該誤りに起因するピーク(疑似ピーク)を同期ピーク位置として誤認して、同期捕捉を誤る恐れがある。本発明は、受信したスペクトラム拡散信号に含まれる雑音や干渉等による誤りが多くなった場合でも正確に同期捕捉を行うことができ、且つ、上記誤りが少ない場合には高速に同期捕捉を行うことができるスペクトラム拡散通信用受信機を提供することを目的とする。さらに、正確に同期追跡できるスペクトラム拡散通信用受信機を提供することを目的とする。

【0007】信号電波が建物等の障害物に反射されてマルチパスが発生すると、受信信号の強度が激しく変動するフェージング現象が発生する。フェージングは、移動体通信に於いて特に顕著である。フェージング対策として前記特開平6-177805号公報に記載されている公知技術、即ち、受信信号の拡散符号と参照拡散符号の相関値のピークが最大となる受信系統を選択するダイバーシティ受信方式を採用すると、雑音や他局の干渉等の程度が大きくて信号強度が場所的又は時間的に激しく変動する場合には、受信系統の切換動作が頻繁に生じ、その結果、該切換時に生ずる雑音の程度が大きくなるという問題が生ずる。本発明は、信号強度が場所的又は時間的に激しく変動する場合に受信系統の切換動作を低減でき、且つ、最良の受信系統を選択できるダイバーシティ方式のスペクトラム拡散通信用受信機を提供することを目的とする。

【0008】自己の現在位置を受信信号に含まれる拡散符号と参照拡散符号の相関値のピークが最大となるスペクトラム拡散信号の基地局のセル内であると判断する移動体方式のスペクトラム拡散通信用受信機に於いて、その現在位置が2つの基地局の中間点付近に在る場合に

は、2つの基地局からの信号の相関値のピークの大小が状況に応じて頻繁に変動するため、位置情報が頻繁に更新されてしまい、何れの基地局のセル内であるかの判断が困難となる。本発明は、現在位置が複数の基地局の境界付近である場合でも、何れの基地局のセル内であるかを容易に判断できる移動体方式のスペクトラム拡散通信用受信機を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、直接拡散方式によりスペクトラム拡散されたスペクトラム拡散信号を復調するスペクトラム拡散通信用受信機に於いて、前記スペクトラム拡散信号に含まれる拡散符号と予め記憶している参照拡散符号との対応関係を1チップづつシフトさせた各場合に於ける両拡散符号の相関値を各々演算することにより両拡散符号の周期と同じ周期を有する相関値特性を求める演算手段と、前記相関値特性の周期内の各時刻位置毎に相関値とその過去値との平均値を各々演算して該演算結果で前記相関値特性の対応する相関値を各々更新することにより前記相関値特性を平均化する平均化手段と、前記相関値特性に現れる各ピーク間の時間距離を前記相関値特性の周期と比較して両者が合致する同期ピークを探索する探索手段と、前記同期ピークが探索されると該同期ピークに基づいて前記スペクトラム拡散信号に同期させた前記参照拡散符号を逆拡散の信号源として供するとともに前記平均化手段の機能を止める制御手段と、を有するスペクトラム拡散通信用受信機である。

【0010】受信されたスペクトラム拡散信号に含まれる拡散符号と参照拡散符号の相関値特性が演算手段により求められる。受信信号に含まれる雑音や他局の干渉が大きい場合、相関値特性は、図1のb)に示す如く、雑音や干渉に起因する幾つかのピーク（真の同期ピークでない疑似ピーク）を有する。このような疑似ピークは、相関値特性を或る周期に渡って平均化する（周期内の各時刻位置の相関値について各々の過去値との平均をとる）ことで低減される。低減の度合いは、平均化演算を行う周期数を増すほど大きくなるが、周期数を増すと、同期捕捉完了までの所要時間が長時間化するという問題が生ずる。このため、本発明では、ピーク間距離が相関関数の周期に合致する真の同期ピークが探索されるまで、平均化演算が行われる。図1のc)は、同期ピークが探索された状態を示す。なお、雑音や干渉に起因する疑似ピークが軽微であり、第1周期で同期ピークが探索された場合には、平均化演算は行われない。

【0011】本発明は、直接拡散方式によりスペクトラム拡散されたスペクトラム拡散信号を複数の受信系統で受信して受信状況が良好なスペクトラム拡散信号を復調するダイバーシティ方式のスペクトラム拡散通信用受信機に於いて、前記スペクトラム拡散信号に含まれる拡散符号と予め記憶している参照拡散符号との対応関係を1

チップづつシフトさせた各場合に於ける両拡散符号の相関値を各々演算する操作を前記複数の受信系統について各々実行することにより両拡散符号の周期と同じ周期を有する相関値特性を前記複数の受信系統について各々求める演算手段と、前記相関値特性の周期内の各時刻位置毎に相関値とその過去値との平均値を各々演算する操作を前記複数の受信系統について各々実行して該演算結果で当該相関値特性の対応する相関値を各々更新することにより前記複数の受信系統についての相関値特性を各々平均化する平均化手段と、前記相関値特性に現れる各ピーク間の時間距離を前記相関値特性の周期と比較して両者が合致する同期ピークを探索する操作を前記複数の受信系統について各々実行する探索手段と、前記同期ピークが少なくとも1つの受信系統について探索されると同期ピーク値が最大となる受信系統（又は最初に同期ピークが探索された受信系統）を選択して該受信系統で受信したスペクトラム拡散信号を復調に供するとともに前記平均化手段の機能を止める制御手段と、を有するダイバーシティ方式のスペクトラム拡散通信用受信機である。

【0012】受信されたスペクトラム拡散信号に含まれる拡散符号と参照拡散符号の相関値特性が各受信系統について各々求められる。受信信号に含まれる雑音や他局の干渉が大きく変動する場合、各受信系統の相関値特性のピーク値も、雑音や干渉の影響で大きく変動して不正確となる。不正確で変動するピーク値に基づいてダイバーシティを行うと、受信系統の切換動作が頻繁に行われて、該切換動作に伴う雑音が増大する。相関値特性のピーク値は、相関値特性を或る周期に渡って平均化することで、正確な値に近づけることができる。平均化演算の周期数を増すほどピーク値は正確な値に近づくが、周期数を増すと、最適な受信系統が選択されるまでの所要時間が長時間化するという問題が生ずる。このため、本発明では、ピーク間距離が相関関数の周期に合致する真の同期ピークが探索されるまで、平均化演算が行われる。なお、雑音や干渉に起因する疑似ピークが軽微で、ピーク値が比較的正確な場合は、第1周期で同期ピークが探索されることとなり、その場合、平均化演算は行われない。

【0013】本発明は、各々異なる複数の拡散符号を用いて直接拡散方式でスペクトラム拡散された複数のスペクトラム拡散信号を受信して復調する移動体方式のスペクトラム拡散通信用受信機に於いて、前記複数のスペクトラム拡散信号にそれぞれ含まれる複数の拡散符号と前記複数の拡散符号に対応して予め記憶している複数の参照拡散符号について対応関係を1チップづつシフトさせた各場合に於ける両拡散符号の相関値を各々演算する操作を前記複数のスペクトラム拡散信号について各々実行することにより両拡散符号の周期と同じ周期を有する相関値特性を前記複数のスペクトラム拡散信号について各々求める演算手段と、前記相関値特性の周期内の各時刻

位置毎に相関値とその過去値との平均値を各々演算する操作を前記複数のスペクトラム拡散信号について各々実行して該演算結果で当該相関値特性の対応する相関値を各々更新することにより該複数のスペクトラム拡散信号についての相関値特性を各々平均化する平均化手段と、前記相関値特性に現れる各ピーク間の時間距離を前記相関値特性の周期と比較して両者が合致する同期ピークを探索する操作を前記複数のスペクトラム拡散信号の相関値特性について各々実行する探索手段と、前記同期ピークが少なくとも1つのスペクトラム拡散信号について探索されると同期ピーク値が最大となるスペクトラム拡散信号の基地局のセル（又は最初に同期ピークが探索されたスペクトラム拡散信号の基地局のセル）を現在の位置であると判断するとともに前記平均化手段の機能を止める制御手段と、を有する移動体方式のスペクトラム拡散通信用受信機である。

【0014】受信されたスペクトラム拡散信号に含まれる拡散符号と参照拡散符号の相関値特性が各スペクトラム拡散信号について各々求められる。2つの基地局の境界付近の領域では、両基地局からのスペクトラム拡散信号の相関値特性のピーク値が略同等となって、最大ピーク値を与える基地局が頻繁に切り換わる。このため、相関値特性のピーク値に基づいて自己の現在の所属セルのデータを得ると、現在の所属セルを示すデータが頻繁に切り換わることで、現在位置の判断が困難となる。相関値特性のピーク値は、相関値特性を或る周期に渡って平均化することで、正確な値に近づけることができる。平均化演算の周期数を増すほどピーク値は正確な値に近づくが、周期数を増すと、自己の現在位置データが取得されるまでの所要時間が長時間化するという問題が生ずる。このため、本発明では、ピーク間距離が相関関数の周期に合致する真の同期ピークが探索されるまで、平均化演算が行われる。なお、単一の送信局からの電波が十分な強度を有し、他局の干渉が軽微な場合には、第1周期で同期ピークが探索されることとなり、その場合、平均化演算は行われない。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、具体的な実施の形態を説明する。

【0016】（1）第1の実施の形態（同期補足・追跡）

図2～図6は、第1の実施の形態にかかるスペクトラム拡散通信用受信機を示す。図2は全体の回路構成を示すブロック図、図3は図2の相関器部2の詳細を示すブロック図、図4は図2の相関値記憶部3でのデータの記憶方法と平均化演算部4でのデータの平均化方法を示す説明図、図5は図2の判断部5の機能と該機能を実現する手順の概要を示す図、図6は図5で実行される手順の詳細を示すフローチャートである。

【0017】図示のスペクトラム拡散通信用受信機は、

バンドパスフィルタ1を通すことにより受信信号S0から得たスペクトラム拡散信号S1に、乗算器7にて参照拡散符号S8を乗算することにより逆拡散を行い、該逆拡散により得た変調信号S9を復調器8にて元の情報信号に復調する装置である。上記参照拡散符号S8は、相関器部2にてスペクトラム拡散信号S1から再現した再現拡散符号S1'の位相に同期するように、拡散符号発生器6から乗算器7に対して供給される。

【0018】相関器部2は、スペクトラム拡散信号S1と予め記憶された参照拡散符号S2との相関値S3を出力するものであり、本実施の形態では遅延検波器21とデジタル相関器25を有する一例について説明する。遅延検波器21では、スペクトラム拡散信号S1に乘積されている拡散符号を再現して再現拡散符号S1'を出力する処理が行われる。即ち、図3に示すように、受信されたスペクトラム拡散信号S1は、AD変換器211にてデジタル信号に変換された後、シフトレジスタ212により所定チップ長だけ遅延される。この遅延されたデジタル信号が、遅延されなかったデジタル信号に乗算器213にて乗算された後、ローパスフィルタ214に入力されて低周波成分のみが出力される。こうして、再現拡散符号S1'が得られる。

【0019】デジタル相関器25では、再現拡散符号S1'と本装置に予め記憶されている参照拡散符号S2とについて、両者の対応関係を1チップづつシフトさせた各場合に於ける、両拡散符号S1', S2の相関値が各々演算される。この相関値の集合が、相関値特性を与える。なお、参照拡散符号S2は、不図示の送信機側にてスペクトラム拡散信号S1に乘積される拡散符号と同一の符号であり、例えば、M系列やGold符号系列等のように、理想状態での自己相関関数が図1のa)に示される特性に近づく符号系列が採用される。

【0020】再現拡散符号S1'は、拡散速度（ $1/T_c$ ）と同周波数のクロックSKに同期して、1チップづつシフトレジスタ252に入力される。ここで、 T_c はチップ周期である。一方、シフトレジスタ254には、予め参照拡散符号S2がロードされている。このシフトレジスタ254と上記シフトレジスタ252の各チップ毎の排他的論理和がEX-OR回路253にて演算された後、これらが、加算器255にて加算され、さらに、絶対値回路256にて絶対値をとられて、相関値S3として相関値記憶部3へ出力される。例えば、a段のM系列を用いた場合であれば、相関値S3の最大値は「 $2^a - 1$ 」である。なお、EX-OR回路253での演算と、それ以後相関値S3を出力するまでの動作は、前記クロックSKに同期して1チップづつ行われる。したがって、相関値S3も時系列的に出力されて、両拡散符号S1', S2と同じ周期を有することとなる。なお、相関器部2は、上記構成に限らず、以下のような公知の技術を用いてもよい。すなわち、スペクトラム拡散された受信信号と予め記憶された参照拡散符号

との位相を順次ずらすことにより、受信信号中の拡散符号と参照拡散符号との相関値を演算するスライディング相関器を用いる方法、或いは、SAW（表面弾性波）デバイスを用いたコンボルバに受信信号と参照拡散符号とを入力することにより、両者の位相の一致度に応じた信号が出力されることを利用して相関値を得る方法等である。

【0021】相関値記憶部3へ入力される相関値S3は、図4に示すように、相関値特性の周期内の時刻位置（チップ位置）と、該周期とに応じて定まるアドレスに順に記憶される。例えば、第1周期での最初のクロックSKに同期して絶対値回路256から出力された相関値は、第1周期の時刻位置1のアドレス11に記憶される。第1周期の記憶が完了すると、該第1周期では同期ピークが探索されなかったことを条件として、第2周期の相関値の記憶が開始される。なお、第1周期で同期ピーク（ピーク間距離が相関関数の周期に合致するピーク）が探索された場合は、平均化演算の必要が無いため、第2周期以後の記憶は行われない。

【0022】具体的には、以下のように処理される。まず、第1周期での最初のクロックSKに同期して絶対値回路256から出力された相関値は、相関値記憶部3の第1周期の時刻位置1用のアドレス11に記憶されるとともに、平均化演算部4の時刻位置1用のアドレスM(1)にも記憶される。以下、同様に、第1周期の相関値が、相関値記憶部3の時刻位置2用以下のアドレスと、平均化演算部4の時刻位置2用以下のアドレスに記憶される。

【0023】第1周期で同期ピークが探索されなかった場合は、第2周期の相関値の記憶と平均化演算処理が開始される。即ち、第2周期での最初のクロックSKに同期して絶対値回路256から出力された相関値は、相関値記憶部3の第2周期の時刻位置1用のアドレス21に記憶されるとともに、該相関値と前記アドレス11の相関値との平均値が演算されて、その演算結果により、平均化演算部4の時刻位置1用のアドレスM(1)の内容が更新される。つまり、平均化演算部4の時刻位置1用のアドレスM(1)には、現在の周期である第2周期の時刻位置1の相関値とその過去値である第1周期の時刻位置1の相関値との平均値が記憶される。以下、同様に、第2周期の時刻位置2以下の相関値が相関値記憶部3の対応する時刻位置用のアドレスに記憶されるとともに、第2周期と第1周期の対応する時刻位置の相関値の平均値が各々平均化演算部4の対応する時刻位置用のアドレスに記憶される。

【0024】第2周期で同期ピークが探索されなかった場合は、第3周期に関して上記と同様の処理が実行される。つまり、第3周期での最初のクロックSKに同期して絶対値回路256から出力された相関値は、相関値記憶部3の第3周期の時刻位置1用のアドレス31に記憶され

るとともに、該相関値と前記アドレス11及び前記アドレス21の相関値との相加平均値が演算されて、その演算結果により、平均化演算部4の時刻位置1用のアドレスM(1)の内容が更新される。なお、ここでは、第1周期～第3周期の相加平均を演算しているが、これに代えて、第3周期の相関値と、平均化演算部4の対応する時刻位置用のアドレスに記憶されている過去の平均相関値との相加平均を演算して、その演算結果により、平均化演算部4の対応する時刻位置用のアドレスの内容を更新するようにしてもよい。その場合には、より速やかに過去周期の疑似ピークを低減できるという効果がある。

【0025】こうして、平均化演算部4のメモリには、各時刻位置の平均相関値（但し第1周期の場合は相関値）が記憶され、これらの平均相関値M(1)、M(2)、…、M(n)、即ち、相関値S5は、順に判断部5に入力されて、同期ピークの検出と、該検出に基づく同期捕捉・同期追跡に供される。

【0026】判断部5では、図5に示すように、同期捕捉の手順と同期捕捉完了後の同期追跡の手順とが演算部で行われる。また、演算された同期ピークPSと、該同期ピークPSの検出までの平均化演算の周期数kとが、遅延回路55に送られる。遅延回路55は、同期ピークPSの探索完了までの所要時間を補償する遅延の後、同期タイミングパルスS6を拡散符号発生器6（図2）へ送り、前述の如く、参照拡散符号の発生を開始させる。また、同期ピークPSが探索されると、判断部5の演算部から平均化演算部4に対して、平均化演算を停止して相関値記憶部3と平均化演算部4の記憶内容をリセットすべき旨の命令が送られる。なお、同期外れが生じた場合には、再び同期捕捉の手順が行われる。

【0027】前述の同期捕捉手順は、例えば、図6に示すように実行される。まず、周期内の時刻位置を示す変数i、平均相関値が所定の閾値を越えるピークである場合にその番号を示す変数j、及び平均化演算開始後の第何周期であるかを示す変数kに、各々初期値が設定される(S101)。

【0028】次に、時刻位置iの平均相関値M(i)と、所定の閾値SHの大小が比較される。その結果、平均相関値M(i)が閾値SHを越える場合は、ピーク（真のピーク又は疑似ピーク）であるため、jがインクリメントされ、該ピークの時刻位置を示す変数P(j)に時刻位置iがセットされる(S103, S105)。なお、平均相関値M(i)が閾値SHを越えない場合は、iのインクリメント後、当該周期の最終時刻位置nの次の時刻位置でないことを条件として、前記ステップS103に戻る(S103, S117, S119)。また、当該周期の最終を越えた場合であれば、iをリセットするとともに、周期数を示す変数kをインクリメントして前記ステップS103に戻る(S119, S121)。

【0029】その後、上記の如く検出されたピーク（真

のピーク又は疑似ピーク)の個数が2以上になると(S107: YES)、その時点までに検出された各ピーク間の時間距離が全て演算されて変数 τ (h)にセットされ(S109)、該 τ (h)の中に、相関関数の周期 τ に合致するものが存在するか否か判定される(S111)。その結果、存在する場合には、該合致する τ (h)を与えるピークの時刻位置P(j)が、同期ピークの時刻位置PSにセットされる(S113)。

【0030】また、前述の如く、同期ピークの時刻位置PSが遅延回路55に送られ、これに基づいて遅延回路55にてタイミングパルスS6が発生される。また、これにより、拡散符号S8が乗算器7に送られて逆拡散が行われる。さらに、平均化演算部4に対しては、平均化演算を停止すべき旨の信号S7が送られる。

【0031】こうして、同期捕捉の手順が終了すると、図5の(b)のフローチャートに戻り、次に、同期追跡の手順が行われる。同期追跡の手順は、上述の同期捕捉の手順と略同様に構成することができる。なお、同期追跡の手順では、平均化演算の回数を、例えば最新の同期捕捉の手順での回数に固定してもよい。

【0032】(2)第2の実施の形態(ダイバーシティ方式の受信機)

図7は、第2の実施の形態にかかるダイバーシティ方式のスペクトラム拡散通信受信機の回路構成を示すブロック図である。図示の受信機は、直接拡散方式によりスペクトラム拡散されたスペクトラム拡散信号を受信系統A、Bで受信して、受信状況が良好なスペクトラム拡散信号を復調するものである。

【0033】受信系統A、Bが、各々前記第1の実施の形態の受信機の相関器部2と相関値記憶部3と平均化演算部4と判断部5とを有する。両受信系統A、Bにより平均相関値に基づいて同期ピークが探索されると、判定部91に於いて両系統の同期ピーク値が比較され、その結果、同期ピーク値の大きい方の受信系統が選択されるように、判定部91からスイッチ部SWに対して制御信号が送られる。

【0034】これにより、スイッチ部SWは、選択された受信系統のスペクトラム拡散信号を信号処理部92に送り、逆拡散処理と、該逆拡散処理により生成された変調信号を復調する復調処理に供する。なお、スイッチ部SWの前段までに於いて逆拡散を行い、その結果の変調信号を信号処理部92に送るように構成することもできる。その場合、信号処理部は復調器で構成されることとなる。

【0035】このように、本第2の実施の形態では、相関値特性のピーク値を、相関値特性を或る周期に渡って平均化して求めているため、受信信号に含まれる雑音や他局の干渉が大きく変動する場合でも比較的正確なピーク値を得ることができる。その結果、受信系統が頻繁に切り換えられて、該切換に起因する雑音が増大するという不具合も防止できる。また、平均化演算の回数を、前

記第1の実施の形態の受信機と同様に、ピーク間距離が相関関数の周期に合致する真の同期ピークが探索されるまでに制限しているため、必要最小限の所要時間で上述の効果を達成することができる。

【0036】(3)第3の実施の形態(移動体方式の受信機)

図8は、第3の実施の形態にかかる移動体方式のスペクトラム拡散通信受信機の回路構成を示すブロック図である。図示の受信機は、直接拡散方式によりスペクトラム拡散されて複数の基地局から各々送信されるスペクトラム拡散信号を受信して、各スペクトラム拡散信号の相関値の同期ピークを前記第1及び第2の実施の形態と同様の方法により求め、該同期ピークが最大となるスペクトラム拡散信号の基地局のエリア内に、自己が在ると判定するものである。

【0037】図8の相関器部95には、前記第1の実施の形態の受信機の相関器部2と相関値記憶部3と平均化演算部4と判断部5とが、各基地局A~Cからのスペクトラム拡散信号に対応して各々設けられている。なお、この構成に代えて、前記第1の実施の形態の受信機の相関器部2と相関値記憶部3と平均化演算部4と判断部5とを2組設け、該2組のブロックに、各スペクトラム拡散信号に対応する参照拡散符号S2を選択して供給するように構成してもよい。

【0038】無線端末mが図示の如く基地局Aのセル(エリア)内に在る場合には、該基地局Aからの送信電波が強いため、相関値の平均値をとるまでもなく、相関値のピーク値は、基地局Aからのスペクトラム拡散信号が最大となる。これにより、無線端末mは、自己が基地局Aのエリア内に在ると判定する。

【0039】無線端末mが移動して、基地局Aと基地局Bの境界付近に到ると、両基地局からの送信電波の強度が略均衡するようになり、そのままでは、両基地局からのスペクトラム拡散信号の相関値特性のピーク値が略同等となって、最大ピーク値を与える送信局が頻繁に切り換わるようになり、現在位置の判断が困難となる。このため、本第3の実施の形態の受信機では、相関値特性を或る周期に渡って平均化することにより、比較的正確な最大ピーク値を得て、これにより、現在位置の判断を容易化している。また、本第3の実施の形態の受信機では、平均化演算の回数を、前記第1及び第2の実施の形態の受信機と同様に、ピーク間距離が相関関数の周期に合致する真の同期ピークが探索されるまでに制限しているため、必要最小限の所要時間で上述の効果を達成することができる。

【0040】

【発明の効果】受信信号に含まれる拡散符号と参照拡散符号の平均化後の相関値特性のピークに基づいて同期捕捉・同期追跡を行う発明では、雑音や干渉に起因する疑似ピークを誤って同期ピークと判定する恐れがない

め、正確な同期捕捉・同期追跡を行うことができる。また、ピーク間距離が相関関数の周期に合致するピークを同期ピークとして探索し、その時点で平均化演算を止めるため、平均化演算を行う周期数が必要最小限となり、同期捕捉までの所要時間も最短となる。

【0041】各受信系統毎に受信信号に含まれる拡散符号と参照拡散符号の平均化後の相関値特性から同期ピークを各々求め、該同期ピーク値の比較結果に基づいてダイバーシティを行う発明では、大きく変動する雑音や干渉が同期ピーク値に対して与える影響が十分に低減されるため、正確な同期ピーク値を得ることができ、このため、受信系統の切換動作が頻繁に行われることが防止され、該切換動作に伴う雑音の増大も防止される。また、ピーク間距離が相関関数の周期に合致するピークを同期ピークとして探索し、その時点で平均化演算を止めるため、平均化演算を行う周期数が必要最小限となり、最適な受信系統選択までの所要時間も最短となる。

【0042】複数の基地局からの受信信号について、各々、拡散符号と参照拡散符号の平均化後の相関値特性から同期ピークを各々求め、該同期ピーク値の比較結果に基づいて自己が現在属しているセルのデータを得る発明では、複数の基地局の境界付近に於いてセルを示すデータが頻繁に切り換わることが防止される。このため、現在位置の判断が容易となる。また、ピーク間距離が相関関数の周期に合致するピークを同期ピークとして探索し、その時点で平均化演算を止めるため、平均化演算を行う周期数が必要最小限となり、現在の所属セルを判断

するまでの所要時間も最短となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】再現拡散符号と参照拡散符号の相関値特性を示し、(a)は雑音や干渉の無い理想的な状態、(b)は雑音や干渉が大きい場合、(c)は平均化演算を行った場合を各々示す。

【図2】第1の実施の形態にかかるスペクトラム拡散通信受信機の回路構成を示すブロック図。

【図3】図2の受信機の相関器部2の回路構成を示すブロック図。

【図4】図2の受信機の相関値記憶部3に記憶される相関値の記憶位置と、平均化演算部4に記憶される平均化演算後の相関値の記憶位置を示す説明図。

【図5】図2の受信機の判断部5の機能を示すブロック図(a)と、該機能を実現する手順の概略を示すフローチャート(b)。

【図6】図2の受信機の判断部5の機能である同期捕捉手順を示すフローチャート。

【図7】第2の実施の形態にかかるダイバーシティ方式のスペクトラム拡散通信受信機の回路構成を示すブロック図。

【図8】第3の実施の形態にかかる移動体方式のスペクトラム拡散通信受信機の回路構成を示すブロック図。

【符号の説明】

- 3 相関値記憶部
- 4 平均化演算部
- 5 判断部

【図1】

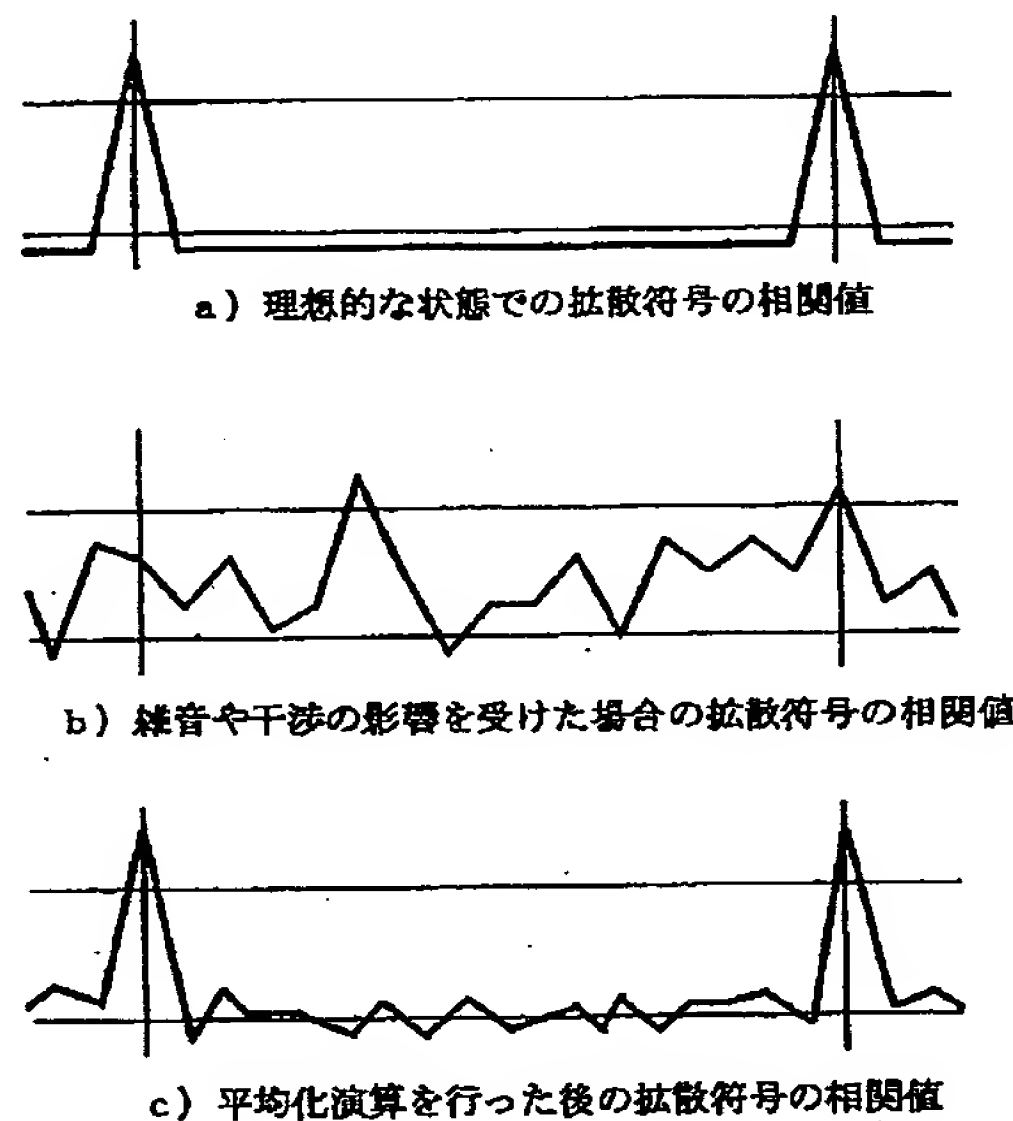
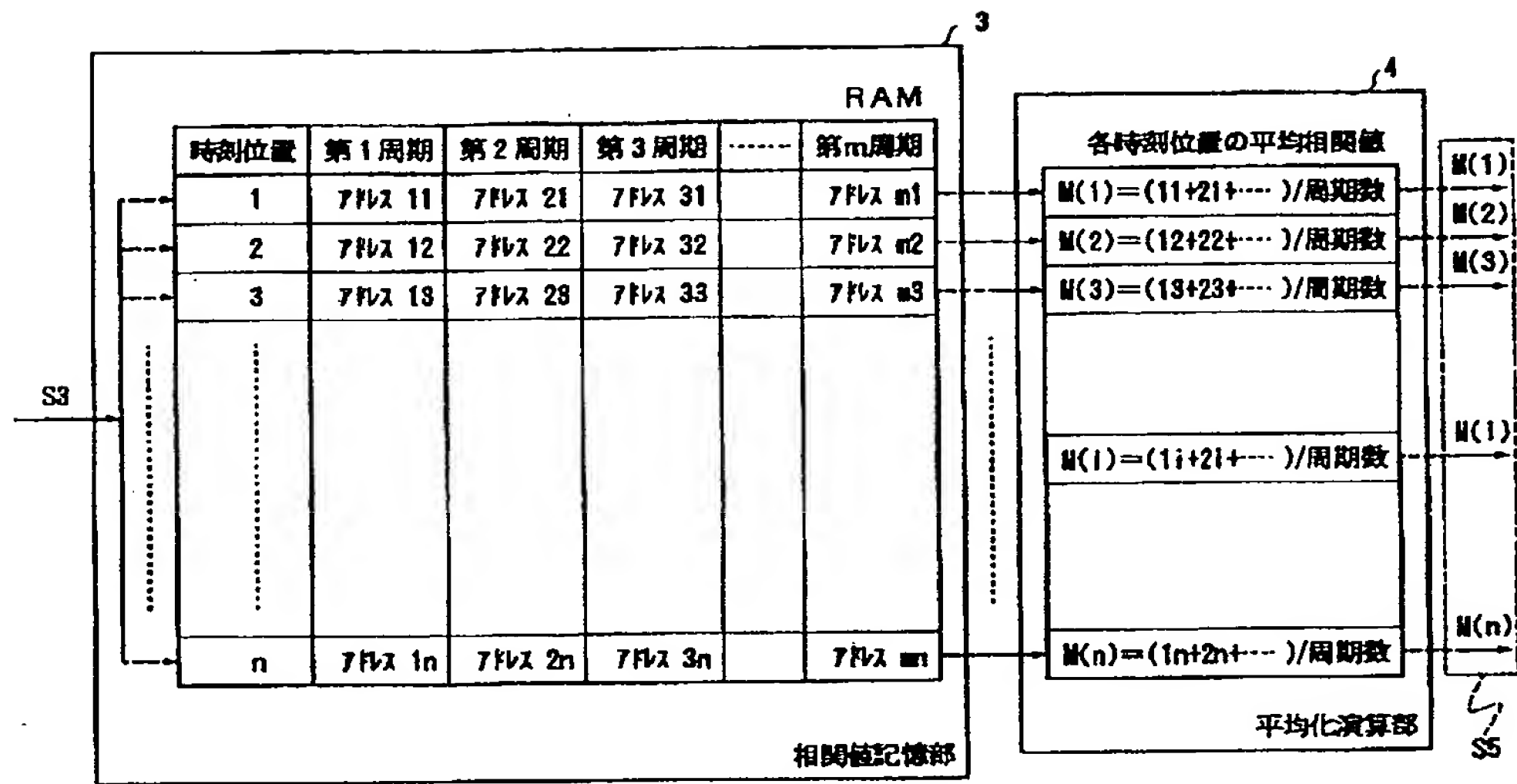


Figure 1 is a block diagram of a digital correlation circuit. The circuit is divided into two main sections: a delay correlator (21) and a digital correlator (25).

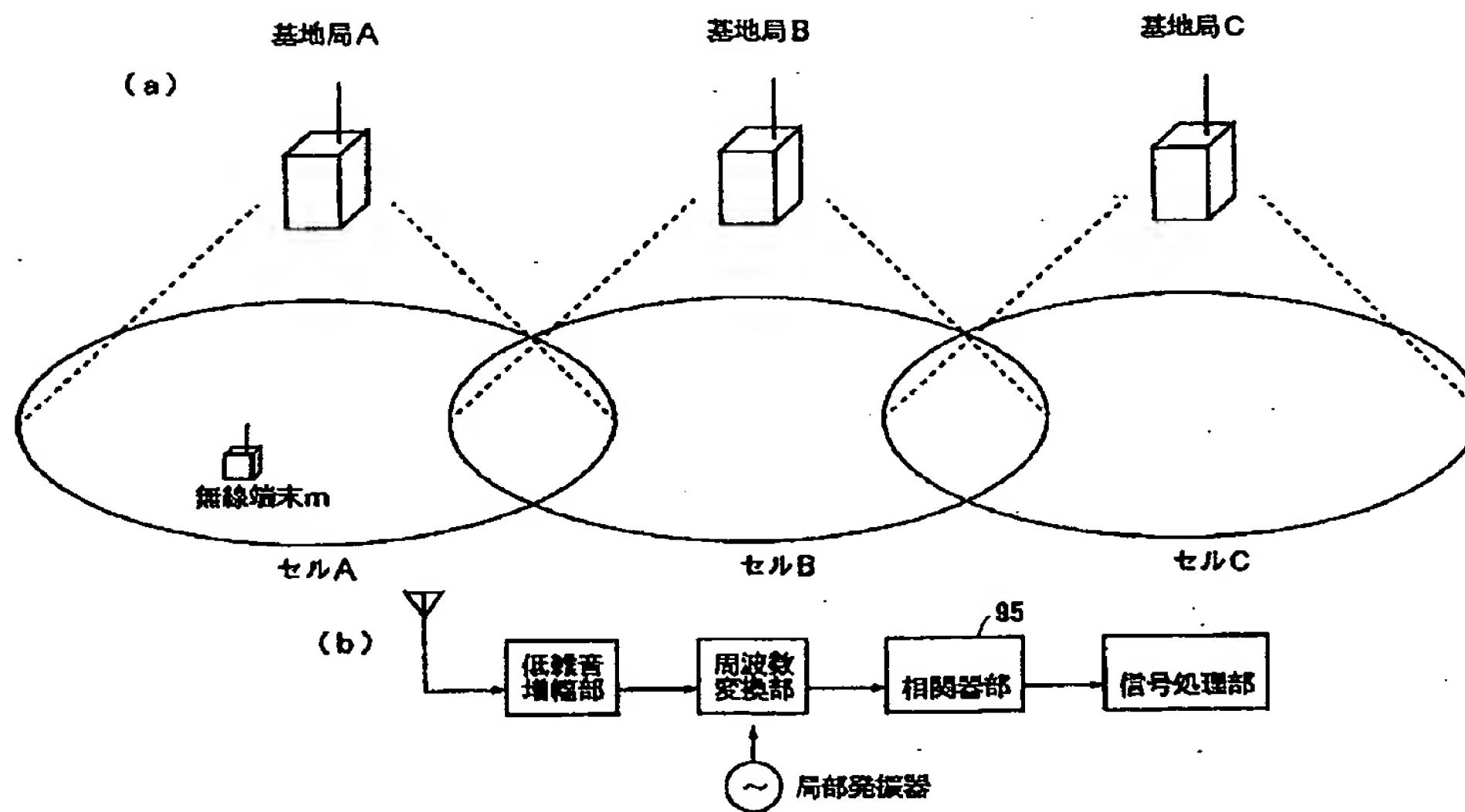
The delay correlator (21) receives a spread spectrum signal S1. It contains an A/D converter (211), a shift register (212), a multiplier (213), and a low-pass filter (214). The signal S1 is converted to digital by the A/D converter, then shifted by the shift register, multiplied by the multiplier, and filtered by the low-pass filter to produce a signal S1'.

The digital correlator (25) receives the signal S1' and a reference spread spectrum signal S2 from a spread spectrum signal generator. It is clocked by a clock SK. The digital correlator contains a shift register (262), a shift register (263), a shift register (264), an Ex-OR gate, an adder (255), and an absolute value circuit (258). The signal S1' is shifted by the shift registers and then compared with the reference signal S2 in the Ex-OR gate. The results are summed by the adder and then passed through the absolute value circuit to produce the final output S3.

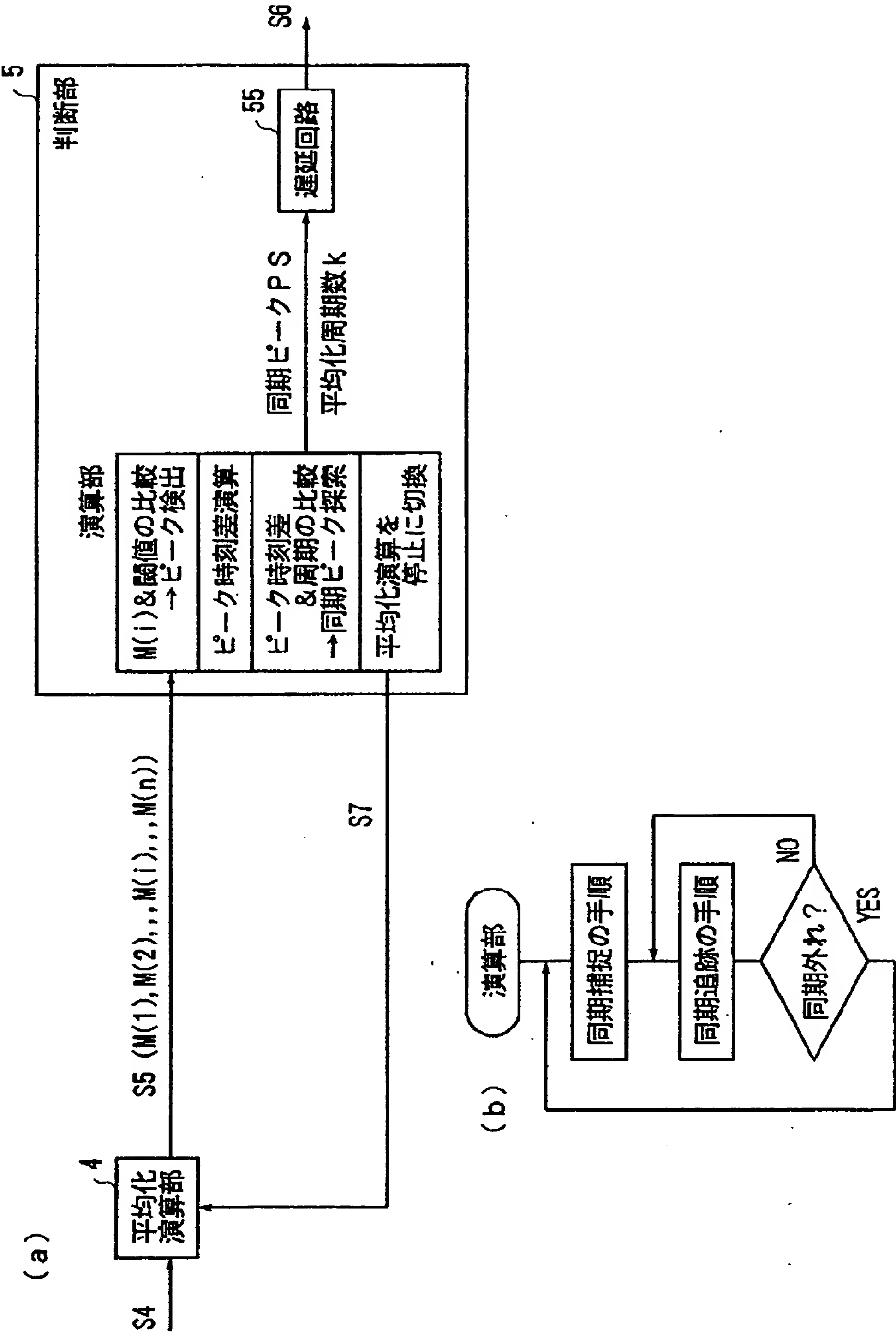
【図4】



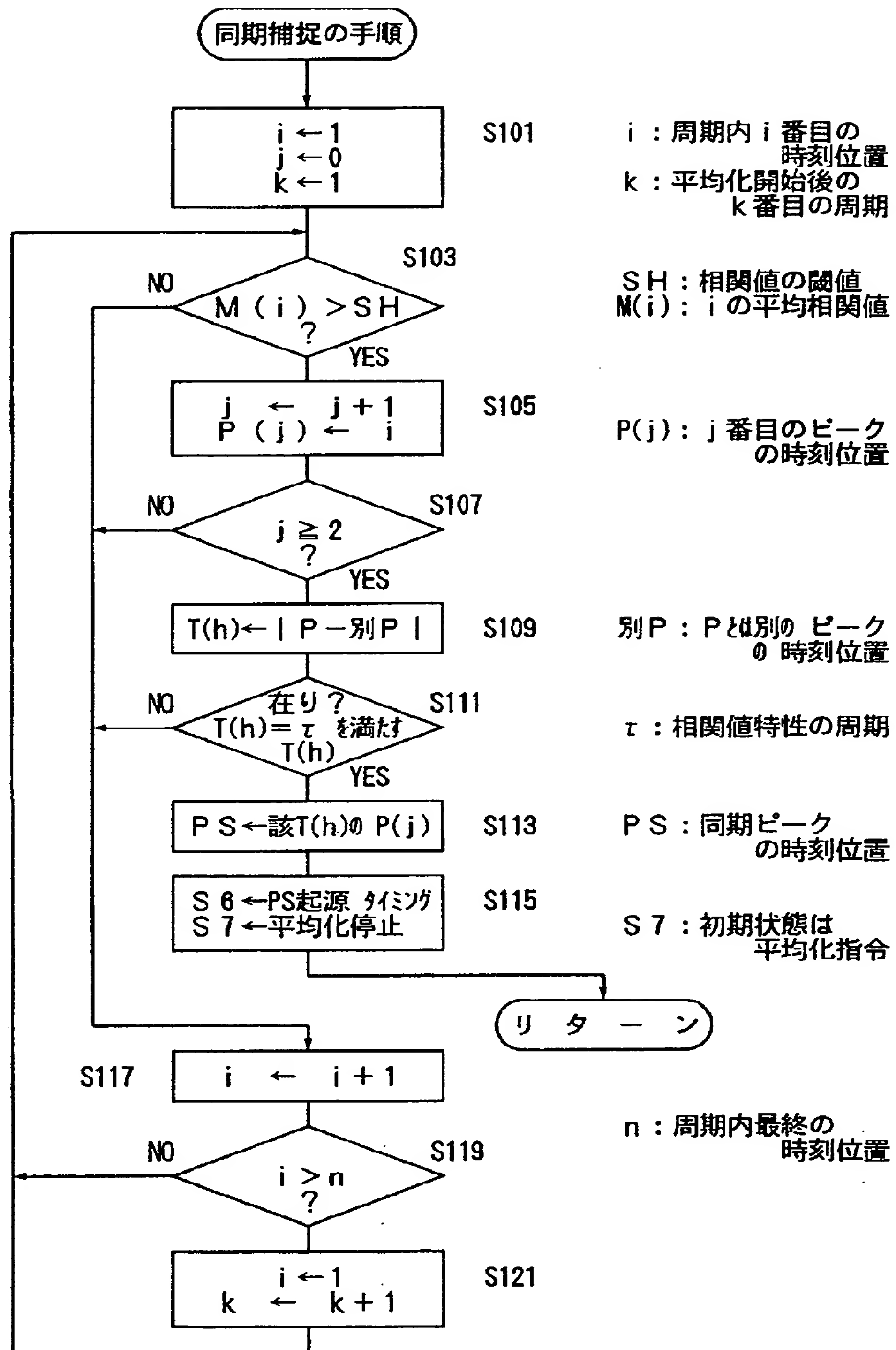
【図8】



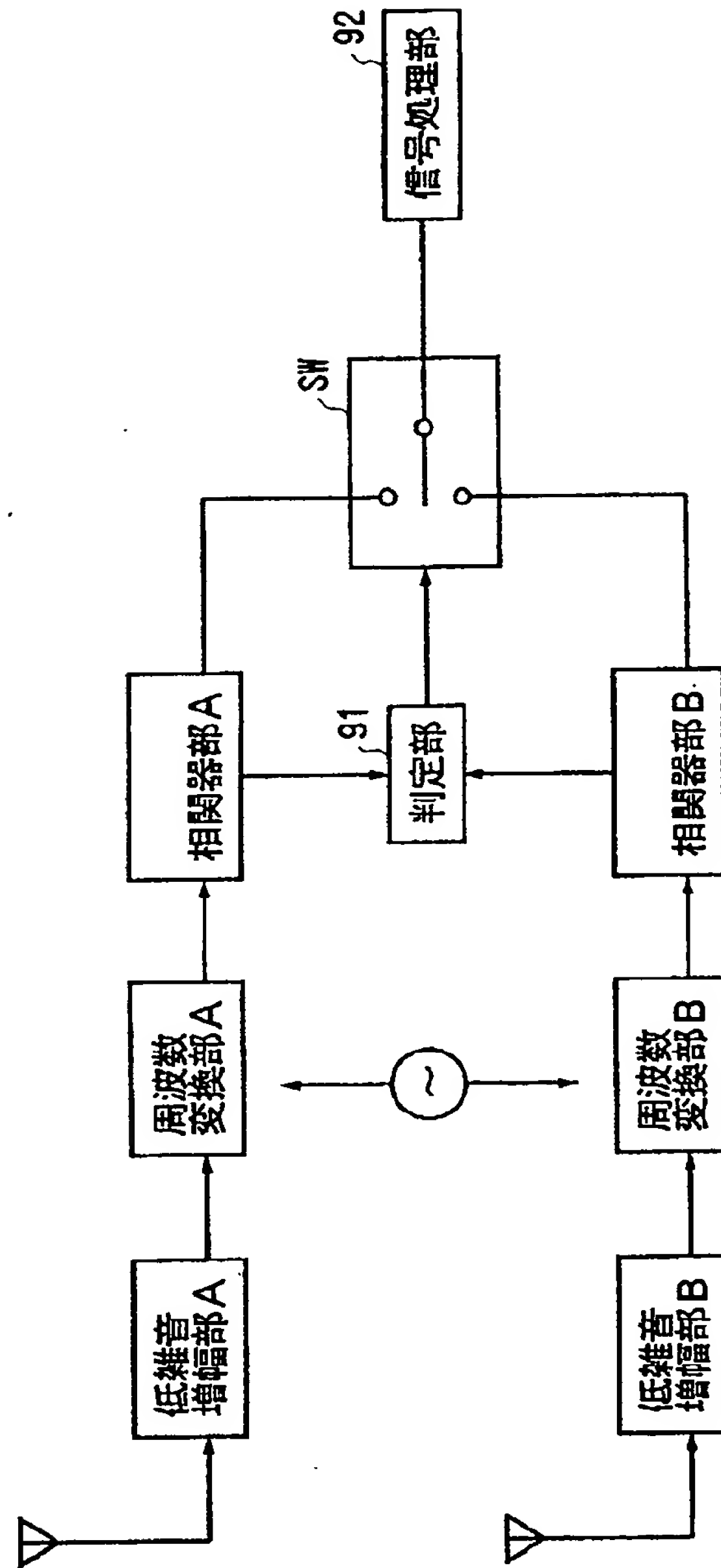
【図 5】



【図 6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 遠藤 千里

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 宮下 政則

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内